

(19) Korean Intellectual Property Office

(12) Patent Application Publication (A)

(11) Publication No.: 10-2001-0113591

(43) Date of Publication: December 28, 2001

(73) Applicant: Fo & Co., Ltd.

(54) Title of the Invention: Method for Producing Mixed  
Fertilizer

### **Abstract**

The present invention relates to a voltage controlled optical attenuator and a fabrication method thereof.

The voltage controlled optical attenuator of the invention includes a pair of means attached to one end of two optical cables, respectively, for forming parallel optical links, an attenuation filter inserted between the parallel optical links to attenuate light passing between the optical cables, a driving mechanism for transporting the attenuation filter and means for controlling the driving mechanism according to a preset value to adjust the level of attenuation of light that passes between the optical cables.

As a result, when a preset value is not identical with a measured value, the voltage controlled optical attenuator of the invention can maintain optical output at the preset value by automatically transporting the attenuation filter located between two optical collimators with a motor.

# (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. G02B 26/02	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2001-0113591 2001년12월28일
(21) 출원번호	10-2001-0071216	
(22) 출원일자	2001년11월16일	
(71) 출원인	주식회사 포앤티, 홍영상 대한민국 435-824 경기 군포시 금정동 161-4	
(72) 발명자	홍영상 대한민국 411-813 경기도고양시일산구마두동997-12	
(74) 대리인	강동훈 윤병삼	
(77) 심사청구	있음	
(54) 출원명	전압조정형 가변 광감쇠기 및 그 제조방법	

### 요약

본 발명은 전압조정형 가변 광감쇠기(Voltage controlled optiacal attenuator) 및 그 제조방법에 관한 것이다.

이러한 본 발명의 감쇠기는, 두개의 광케이블 일단에 각각 부착되어 평행광 링크를 형성하는 한 쌍의 광링크 형성수단과, 평행광 링크 사이에 삽입되어 광케이블 사이를 통과하는 광을 감쇠시키기 위한 감쇠필터와, 감쇠필터를 이송하기 위한 이송기구와 설정값에 따라 이송기구를 제어하여 광케이블 사이를 통과하는 광의 감쇠량을 조절하는 감쇠량 제어수단을 포함한다.

따라서 본 발명에 따른 전압조정형 가변 광감쇠기는 설정값과 측정값이 다를 경우에 두개의 광 콜리메이터 사이에 위치한 감쇠필터를 모터를 이용하여 자동으로 이송시킴으로써 광출력을 설정값으로 유지시킬 수 있다.

### 대표도

### 도2

### 색인어

광섬유, 가변 광감쇠, 모터

### 명세서

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 전압조정형 가변 광감쇠기의 개념을 도시한 개략도,

도 2는 본 발명에 따른 전압조정형 가변 광감쇠기의 구성을 도시한 개략도,

도 3은 본 발명에 따른 감쇠제어모듈의 구성을 도시한 블록도,

도 4는 본 발명에 따라 감쇠제어모듈의 CPU가 수행하는 절차를 도시한 흐름도,

도 5는 본 발명에 따라 PC가 수행하는 절차를 도시한 흐름도,

도 6은 본 발명에 따라 광감쇠모듈을 제조하는 절차를 도시한 순서도,

도 7은 본 발명에 따라 광콜리메이터를 고정하기 위한 고정슬리브의 도면,

도 8은 본 발명에 따라 제조된 광링크 구조물의 사시도,

도 9는 본 발명에 따른 감쇠필터의 구조를 도시한 도면,

도 10은 본 발명에 따라 감쇠필터를 고정하기 위한 고정블록의 도면,

도 11은 본 발명에 따른 광감쇠모듈의 내부 구성도,

도 12는 본 발명에 따른 하우징 내함을 도시한 도면,

도 13은 본 발명에 따른 하우징 외함을 도시한 도면.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

102a, 102b: 광케이블... 104a, 104b: 광콜리메이터

106: 감쇠필터... 201: 설정부

204a, 204b: 광커넥터... 206: 커넥터

210: 감쇠제어모듈... 220: 광감쇠모듈

221: 하우징 외함... 222: 하우징 내함

223: 이송기구... 224: 모터

225: 필터고정블럭... 226: 웜기어

227: 샤프트... 228: 플레이트

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광감쇠기(Optical Attenuator)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전압조정형 가변 광감쇠기(Voltage controlled optical attenuator) 및 그 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로, 광감쇠기는 입력광신호의 세기를 감쇠시키는 역할을 하는 소자인데, 가변 광감쇠기는 전기적 또는 기계적인 방법으로 광신호의 감쇠정도를 외부에서 조절해 줄 수 있는 광감쇠기를 말한다. 이러한 광감쇠기는 광시스템 또는 광소자의 광세기에 대한 특성시험에서부터 파장분할다중(WDM)시스템에 이르기까지 폭 넓게 사용되고 있다. 예컨대, WDM기반의 광전송망에서는 다수의 파장이 다중화되어 전송되므로 각 파장별 광세기를 특정 범위내로 균일하게 유지할 필요가 있는 데, 각 파장별로 소자의 증폭 및 손실 특성 등이 다르므로 가변 광감쇠기를 이용하여 이를 조정할 필요가 있다. 또한 광송수신시스템이나 광중계시스템의 수신단에서도 입력광의 세기를 조절하는 데 사용된다.

이러한 광감쇠기는 작동방식에 따라 게르마늄(Ge)과 알루미늄(Al)이 광성유에 도핑된 감쇠광성유를 이용한 고정 광감쇠기와, 테이퍼 형태로 융착 접속된 고정광감쇠기와, 에어갭(air gap)을 이용한 고정 혹은 가변 광감쇠기와, 감쇠박막에 의한 빛의 흡수와 산란을 이용한 고정 혹은 가변 광감쇠기와, 액정 및 편광소자를 이용하여 빛의 세기를 조절하는 가변 광감쇠기로 구분된다.

그런데 상기 가변 광감쇠기 중에서 에어갭을 이용한 가변 광감쇠기는 단일모드부터의 광신호를 다중모드로 수신하는 경우에 사용되며, 이 경우 간섭현상이 발생되어 광검출기에 반사광이 다량 수신될 우려가 있다. 또한 액정에 의한 빛의 편광을 이용한 가변 광감쇠기의 경우, 편광손실이 매우 큰 문제점이 있다. 반면 감쇠박막에 의한 가변광 감쇠기의 경우는 광의 흡수를 이용한 것으로서 빛의 간섭 및 편광손실이 작다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 전압에 의해 감쇠레벨을 자동으로 조절할 수 있고, 감쇠박막을 이용한 전압조정형 가변 광감쇠기를 제공하는데 그 목적이 있다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 상기와 같은 전압조정형 가변 광감쇠기를 제조하는 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 감쇠기는, 두개의 광케이블 일단에 각각 부착되어 평행광 링크를 형성하는 한 쌍의 광링크 형성수단; 상기 평행광 링크 사이에 삽입되어 상기 광케이블 사이를 통과하는 광을 감쇠시키기 위한 감쇠필터; 상기 감쇠필터를 이송하기 위한 이송수단; 및 설정값에 따라 상기 이송수단을 제어하여 상기 광케이블 사이를 통과하는 광의 감쇠량을 조절하는 감쇠량 제어수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같은 다른 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제조방법은, 한쌍의 광콜리메이터를 정렬하는 단계; 상기 정렬된 광콜리메이터를 고정 슬리브에 슬더링으로 고정하여 광링크를 생성하는 단계; 감쇠박막의 두께가 그라스 기판상의 위치에 따라 선형적으로 증가 혹은 감소하도록 그라스 기판위에 감쇠박막을 증착하는 단계; 상기 그라스 기판위에 다층의 무반사 박막을 증착하는 단계; 상기 감쇠박막과 무반사 박막이 증착된 그라스 기판을 필터고정블럭에 고정하고, 하우징 내함에 조립하여 슬더링 결합하는 단계; 및 상기 하우징 내함과 광링크와 하우징 외함을 조립하여 슬더링 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 자세히 설명하기로 한다.

본 발명에 따라 감쇠박막을 이용한 가변 광감쇠기는 도 1에 도시된 바와 같이 광성유 케이블(이하 간단히 광케이블이라 함: 102a, 102b)을 절단하여 그 절단면에 부착되는 한 쌍의 광콜리메이터(Collimator: 104a, 104b)와 광콜리메이터(104a, 104b) 사이에 삽입되는 감쇠필터(106)로 이루어진다. 즉, 본 발명에 따른 가변 광감쇠기는 두개의 광성유(102a, 102b) 사이에 광콜리메이터(104a, 104b)를 이용하여 광링크를 구성한 후 광링크 사이에 감쇠필터(106)를 삽입한 기본구조로 구성되며, 이 때 광링크의 구성은 가변 광감쇠기의 초기 삽입손실을 결정짓는 매우 중요한 변수다.

그리고 두개의 광콜리메이터(104a,104b)로 구성된 광링크를 기본구조로 하는 가변 광감쇠기의 감쇠방식은 광경로 차단방식과, 광콜리메이터의 정렬 불일치방식, 감쇠필터 방식이 있다. 광경로 차단방식은 미소거리 변화가 가능한 부품을 이용하여 광콜리메이터 링크 사이의 평행광을 차단함으로써 수광되는 광량의 변화를 주어 광량을 감쇠시키는 원리로 초기 감쇠량이 적은 장점이 있으나 미소 감쇠량 변화가 어렵고 편광손실이 크다. 광콜리메이터의 정렬 불일치방식은 한쪽 광콜리메이터를 회전시킴으로써 수광되는 광량을 감쇠시키는데, 구조가 단순하며 낮은 초기 감쇠값을 가지나 회전수에 따른 감쇠량이 선형적이지 못하고, 특정 영역의 감쇠값에 대한 변화가 매우 커 감쇠량의 미소 변화가 어렵다.

본 발명에 적용되는 감쇠필터를 이용한 감쇠방식은 핵심소자인 감쇠필터(106)의 특성에 따라 가변 광감쇠기의 주요 특성들이 결정된다. 후술하는 바와 같이 금속박막으로 구성된 감쇠박막은 광링크 사이에 삽입되어 미소거리로 이동될 수 있으며, 기판 위의 박막 두께가 점차적으로 두껍게 증착되어 있음으로 인해 투과하는 광량을 선형적으로 감소시킬 수 있다.

도 1을 참조하면, 광콜리메이터(104a,104b) 사이에 삽입된 감쇠필터(106)는 유리(glass) 기판 위에 광의 감쇠를 일으키는 감쇠박막이 아래 방향으로 점차 두껍게 증착되어 있다. 따라서 감쇠필터(106)가 위로 이송됨에 따라 점차 감쇠량이 증가하게 되고, 아래로 이송되면 반대로 감쇠량이 줄어든다. 즉, 감쇠필터(106)를 상하 방향으로 적절히 이동시킴으로써 원하는 감쇠량을 얻을 수 있다.

도 2는 본 발명에 따른 전압조정형 가변 광감쇠기의 구성을 도시한 개략도이다. 본 발명의 전압조정형 가변 광감쇠기는 크게 감쇠량을 설정하기 위한 설정부(201)와, 설정부(201)의 설정값에 따라 광감쇠모듈(220)의 감쇠량을 제어하기 위한 감쇠제어모듈(210), 감쇠제어모듈(210)의 제어에 따라 정해진 광만큼 감쇠기능을 수행하는 광감쇠모듈(220)로 구성된다.

본 발명의 실시예에서 설정부(201)는 개인용 컴퓨터(PC)로 구현되고, 감쇠제어모듈(210)은 후술하는 바와 같이 광감쇠모듈(220)의 출력광을 측정 후 설정값과 비교하여 서로 다른 출력광이 설정값이 되도록 제어신호를 출력한다.

광감쇠모듈(220)은 두개의 광콜리메이터(104a,104b) 사이에 감쇠필터(106)가 삽입된 구조로 되어 있고, 감쇠필터(106)는 이송기구(223)에 의해 광콜리메이터(104a,104b) 사이를 상하로 이송하도록 되어 있다. 본 발명의 실시예에서 이송기구는 모터(224)와 감쇠필터(106)를 고정하기 위한 필터고정블록(도11의 225), 모터(224)의 회전운동에 의해 필터고정블록(225)을 축방향으로 이송하기 위한 샤프트(227) 및 웜기어(226)로 이루어진다. 그리고 모터(224)는 정밀제어가 가능하도록 스텝 모터(step motor)로 되어 있고, 감쇠제어모듈(210)의 제어신호에 따라 샤프트(227)를 회전시켜 웜기어(226)에 의해 감쇠필터(106)를 이송한다.

이러한 기구적인 구조를 튼튼하게 유지하기 위해 모터(224)와 샤프트(227)와 필터고정블록(225)과 감쇠필터(106)는 하우징 내함(222)에 의해 고정 지지되고, 두개의 광콜리메이터(104a,104b)는 도 7에 도시된 바와 같은 콜리메이터 고정용 슬리브에 의해 고정되어 광링크를 안정적으로 지지하고 있으며, 전체 구성부품은 하우징 외함(221)과 슬더링방식으로 결합되어 하나의 광감쇠모듈(220)을 형성하도록 되어 있다. 그리고 광감쇠모듈(220)은 광콜리메이터(104a,104b)에 광케이블을 접속하기 위한 2개의 광커넥터(204,204b)와 모터(224)에 전기적인 신호를 전달하기 위한 커넥터(206)로 외부와 접속된다. 이때 광케이블(102a,102b)이 광감쇠모듈(220)로 인입되는 부위에는 밀폐 및 케이블을 보호하기 위해 부츠(boot)가 설치된다.

본 발명에 따른 감쇠제어모듈(210)은 도 3에 도시된 바와 같이, 광감쇠모듈(220)의 출력광을 모니터링하기 위해 광신호를 입력받아 대부분은 그대로 출력하고 일부는 분기하는 탭카플러(211)와, 탭카플러(211)의 모니터링 광신호를 전기적인 신호로 변환하기 위한 광검출기(212), 광검출기(212)의 출력신호를 증폭하기 위한 증폭기(213), 증폭기(213)의 아날로그 출력신호를 디지털신호로 변환하기 위한 아날로그-디지털 변환기(214), 마이크로 콘트롤러(215), 모터 구동부(216)로 구성된다.

도 3을 참조하면, 광감쇠모듈(220)의 출력광은 탭 카플러(Tap Coupler:211)로 입력되어 약 5% 정도의 광신호가 출력 모니터링을 위해 광검출기(PD: 212)로 출력되고, 나머지 95% 정도의 광신호는 그대로 광시스템이나 광선로로 전송된다. 이와 같이 탭 카플러(211)는 광신호를 모니터링하기 위해 출력광의 일부를 분기하는 역할을 수행한다.

광검출기(Photo Detector: 212)는 InGaAs PIN 포토다이오드로서 광신호를 전기적인 신호로 변환하고, 증폭기(213)는 OP AMP로 이루어져 광검출기(212)가 출력하는 미세 전류신호를 제어에 필요한 직류전압으로 증폭한다. 아날로그-디지털 변환기(214)는 증폭기(213)로부터 입력된 직류전압의 아날로그신호를 디지털신호로 변환한다. 본 발명의 실시예에서는 12비트 마이크로프로세서 제어가 가능한 아날로그-디지털 변환기로 구현되고, 입력된 아날로그 신호의 레벨을 미리 지정된 기준레벨과 비교하고 양자화된 레벨을 식별하여 그 값을 디지털 데이터로 출력한다. 마이크로 콘트롤러(CPU: 215)는 도 4에 도시된 바와 같은 절차를 처리하는 미리 내장된 프로그램을 수행하여 아날로그-디지털 변환기(214)로부터 입력받은 디지털 데이터(측정값)와 PC(201)로부터 전달된 신호를 비교하여 모터 구동신호를 출력한다. 이러한 마이크로 콘트롤러(215)는 EEPROM 회로가 내장되어 정전시 등에도 내부의 주요한 데이터를 보호할 수 있도록 되어 있다. 모터 구동부(216)는 마이크로 콘트롤러(215)로부터 수신된 구동펄스신호를 받아 스텝핑 모터(224)를 구동하기 위한 구동신호를 모터(224)측에 제공한다. 본 발명의 실시예에서 사용되는 스텝핑 모터(steping motor)는 디지털 전동기로서 회전각도, 회전속도는 보내진 펄스의 수나 펄스 반복율에 비례하고, 기동시와 동작시의 전류차가 크므로 안정적인 동작을 위하여 전용 드라이버IC를 사용하는 것이 바람직하다.

개인용 컴퓨터(PC:201)는 전압조정형 가변 광감쇠기와 통신을 위한 것으로, 감쇠값의 설정 및 변경, 감쇠값의 표시를 위해 사용된다. PC(201)에서 쉽게 감쇠값을 제어할 수 있기 때문에 가변 광감쇠기의 사용을 간편하게 하며, 도 5에 도시된 바와 같은 절차를 수행하여 사용자가 원하는 설정 감쇠값을 입력한 후 송신 버튼을 조작하면 이 설정값을 감쇠제어모듈의 마이크로 콘트롤러(215)에 전달하고, 마이크로 콘트롤러(215)로부터 광검출기가 검출한 광출력신호의 레벨을 전달받아 표시한다. 본 발명의 실시예에서는 설정부(201)를 별도의 개인용 컴퓨터(PC)로 구현하였으나 본 발명을 광시스템이나 광선로에 실제 적용할 경우에는 펌스위치나 가변저항, 키입력수단 등 다른 설정수단으로 구현하고, 감쇠제어모듈(210)에 포함하는 것이 바람직하다.

도 4는 본 발명에 따라 감쇠제어모듈의 CPU가 수행하는 절차를 도시한 흐름도이고, 도 5는 본 발명에 따라 PC가 수행하는 절차를 도시한 흐름도이다.

도 4를 참조하면, 단계 401에서는 PC로부터 설정값(단위 dBm)을 입력받고, 단계 402에서는 광검출기(212)에서 검출된 광신호가 아날로그-디지털 변환기(214)에서 디지털값으로 변환된 광출력 측정값(단위 dBm)을 입력받는다. 단계 403에서는 설정값과 측정값을 비교하여 일치하면 단계 401부터 반복하고, 일치하지 않으면 감쇠레벨을 조절하기 위하여 단계 404에서 모터 제어절차를 수행한 후, 단계 402부터 반복한다. 모터 제어절차에서는 측정값이 설정값보다 작으면 감쇠량을 줄이기 위해 스텝핑 모터(224)를 제어하여 감쇠필터(106)가 하향으로 이동되게 하고, 측정값이 설정값보다 크면 감쇠량을 증가시키기 위하여 스텝핑 모터(224)를 제어하여 감쇠필터(106)가 상향으로 이동되게 한다.

도 5를 참조하면, 단계 501에서는 PC 화면상에 출력레벨을 모니터링하기 위한 화면이 디스플레이되고 있고, 단계 502에서는 사용자가 입력화면에서 설정값을 입력한다. 이어 화면상의 송신버튼을 클릭하면, 설정값은 감쇠제어모듈의 마이크로 콘트롤러(215)로 전송된다(503,504).

도 6은 본 발명에 따라 광강쇠모듈을 제조하는 절차를 도시한 순서도이다.

본 발명에 따른 광강쇠모듈(220)은 도 2에 도시된 바와 같이, 두개의 광콜리메이터(104a,104b)와 광콜리메이터(104a,104b)를 고정하기 위한 고정 슬리브, 광콜리메이터 사이에 삽입되는 감쇠필터(106), 감쇠필터(106)를 고정하기 위한 필터고정블럭, 필터고정블럭을 상하로 이송하기 위한 이송기구(223), 및 이송기구(223)를 회전시키기 위한 모터(224), 하우징 내함(222), 하우징 외함(221) 등으로 이루어진다. 이와 같이 구성되는 광강쇠모듈(220)의 각 부품이 제조 및 조립되는 과정을 설명하면 다음과 같다.

두개의 광콜리메이터를 이용하여 광링크를 구성하기 위해, 단계 601에서는 광콜리메이터(104a,104b)를 정렬한다.

통상, 광성유 정렬의 경우, 광성유 코어의 직경이 수십 혹은 수  $\mu\text{m}$  정도로 매우 작고, 수  $\mu\text{m}$ 의 정렬 불일치로도 수 dB의 손실이 발생하기 때문에 결합효율을 높이기 위해서는 매우 정확한 정렬이 요구된다. 두 개의 광성유를 정확히 정렬하여 결합효율을 높이기 위해서는 구면 렌즈, 비구면 렌즈 또는 GRIN(GRAdient INdex) 렌즈를 사용한 광콜리메이터를 이용하여 평행 빔을 만듦으로서 광성유간의 정렬을 용이하게 하며, 손실을 줄일 수 있다. 특히, 렌즈의 중심을 정점으로 포물선 형태의 굴절률 분포를 갖는 GRIN렌즈를 이용한 광콜리메이터의 경우 작동거리(D: working Distance)와 개구수(NA: Numerical Aperture) 등에서 큰 장점이 있어 가장 일반적으로 사용된다. GRIN렌즈의 경우 사양에 따라 변화는 있지만 일반적으로 NA는 0.4~0.7이고, 발산각은 20 mrad이며, 워킹 디스턴스가 0~60mm일 때 직경이 0.6~1.3mm로서 광성유 정렬에 비해 큰 결합효율을 얻을 수 있다.

그리고 광성유 혹은 광콜리메이터의 정렬에 있어 매우 이상적인 결합조건은 두 광성유 혹은 광콜리메이터 렌즈 사이에 위상분포와 빔의 크기가 일치할 때라고 할 수 있다. 이상적인 결합조건이 아닌 경우 발생할 수 있는 비정렬 손실은 측방향 손실, 축방향 손실, 각방향 손실과 불일치로 인한 손실 등을 들 수 있다.

이와 같이 정렬이 이루어지면, 광성유에서 출사되는 빛이 GRIN렌즈를 지나 약 0.5mm 정도의 빔직경을 갖는 평행광이 되며, 역으로 평행하게 GRIN렌즈에 입사한 빛은 초점거리에 위치한 광성유의 코어에 접속된다. 그러나 2개의 광콜리메이터로 구성되어 정확하게 정렬된 광링크를 안정적으로 지속시키는 것이 매우 어렵기 때문에 2개의 광콜리메이터로 구성된 광링크의 특성과 환경특성을 안정적으로 유지하기 위해서는 고정 슬리브를 이용하여 슬더링방식으로 광콜리메이터 링크를 구성할 필요가 있다.

단계 601에서 슬더링방식으로 광콜리메이터 링크를 구성하기 위해서는 먼저 광학 테이블 위에 한쪽이 고정되어 있는 광콜리메이터와 x,y,z 및 틸트(Tilt) 조절이 가능한 5축 포지셔너(positioner) 위에 놓여 있는 광콜리메이터를 광원과 광검출기를 사용하여 가장 낮은 초기 손실을 갖도록 광링크를 정렬한다. 포지셔너를 사용한 광콜리메이터 링크의 정렬은 GRIN렌즈와 광성유의 축이 다소 어긋나더라도 이를 보정할 수 있는 잇점이 있다.

이어 단계 602에서는 정렬된 광콜리메이터 링크를 안정적으로 유지하기 위해 도 7에 도시된 바와 같은 광콜리메이터를 고정하기 위한 고정 슬리브를 이용하여 광콜리메이터를 고정 슬리브에 슬더링방식으로 부착시킨다. 즉, 포지셔너에 고정되어 정렬된 광콜리메이터를 고정 슬리브와 슬더링으로 결합한다. 이때, 광콜리메이터와 고정 슬리브를 슬더링하기 위해 모든 부품의 표면처리를 금도금하여 슬더링을 위한 예비과정을 거치는 것이 바람직하다. 그리고 광콜리메이터 링크는 광손실이 최소인 위치로 포지셔너에 의해 고정되어 있으나 외부 힘에 의해 매우 민감하게 반응하므로 슬더링을 위해 가열할 때 주의할 필요가 있다. 이와 같이 하여 구성된 광링크의 예는 도 8에 도시된 바와 같고, 이러한 광링크에서 삽입손실 변화는 약 0.1dB이다.

도 7을 참조하면, 고정 슬리브는 평판의 양단에 원통이 연결된 형상으로 되어 있고, 납땜을 용이하게 할 수 있도록 원통의 일부분을 일자로 파낸 형상으로 되어 있다. 이와 같이 광콜리메이터를 고정하기 위한 고정 슬리브를 개발하여 사용함으로써 외함에 직접 납땜하는 종래방식에 비해 납땜하기가 용이하고, 신뢰성이 향상되는 잇점이 있다.

한편, 감쇠필터(106)를 제조하는 단계 603에서는 기판으로 사용할 그라스(예컨대, 0.5mm 코닝사 제품)를 소정 길이(예컨대, 약 12mm)로 잘라 알코올 등과 같은 세정액으로 세정한 후 100℃에서 약 20분간 어닐링(annealing)한다(603). 그리고 감쇠박막의 재료로서 사용되는 니켈(Ni)은 순도를 99.99% 이상으로 하고, 10분정도 예열하여 불순물을 제거한다.

일반적으로, 광통신에 사용되는 광부품의 경우 1200~1600nm 대역에서 파장의존특성이 중요하다. 따라서 광량을 감쇠시키는 소자로 사용되는 감쇠필터(106)는 기판 위에 증착된 금속의 두께에 따라 그 감쇠량이 결정되는 ND(Natural Density)필터가 주로 사용되고, 여기에 사용되는 금속으로는 로듐(Rh), 파라듐(Pd), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 크롬(Cr), Ni-Cr 등이 있으나 본 발명의 실시예에서는 니켈(Ni)을 사용한다.

단계 604에서는 전자빔 증착기(E-beam evaporator)를 이용하여 그라스 기판위에 Ni박막을 증착한다. 이때 전자빔 증착기 챔버의 진공도는 약  $1.8 \times 10^{-5}$  torr로 유지하고, 박막을 균일하게 증착하기 위해 최적의 증착속도를 갖게 하며, 할로겐 램프를 사용하여 그라스 기판을 약 70℃로 가열함으로써 접착력을 향상시킨다. 또한 기판 위에 증착되는 감쇠박막의 두께를 점차적으로 변화시키기 위하여 스텝 모터를 이용하여 일정속도(예컨대, 0.01 mm/sec)로 셔터(shutter)를 이동시키고, 이에 따라 제작된 감쇠필터의 감쇠량 범위가 0~35 dB가 되게 한다. 전자빔(E-beam)의 세기를 일정하게 유지하여 니켈(Ni)의 증착속도를 일정하게 하고, 셔터(shutter)를 미세하게 움직임으로써 도 9에 도시된 바와 같이 박막의 두께가 점차적으로 증가하는 감쇠박막을 그라스 기판상에 증착시킬 수 있다. 증착시키려는 그라스 기판의 길이와 감쇠량을 고려하여 셔터의 이동을 조절하는 스텝모터의 동작속도와, 전자빔의 세기를 결정할 수 있다.

이와 같이 제작된 감쇠필터(106)는 파장 의존성이 파장에 대해 주기적인 특성을 갖고 있다. 이러한 특성은 그라스와 공기와의 경계면에서 일어나는 반사에 의한 패브리-페로 간섭현상에 기인하므로 Ni이 증착된 반대편에 무반사 코팅을 처리할 필요가 있다.

단계 605에서는 고주파 마그네트론 스퍼터(RF Magnetron sputter)를 이용하여 그라스 기판상에 무반사 박막을 증착시킨다. 무반사 박막은 패브리-페로 현상에 의한 주기적인 파장 의존성을 제거할 뿐만 아니라 매우 낮은 감쇠가 요구되는 경우 무반사 박막을 구성함으로써 감쇠필터 자체의 손실을 줄여 주어 감쇠필터의 초기 감쇠값을 낮춰 주는 역할을 한다. 무반사 박막(903)은 도 9에 도시된 바와 같이, 그라스 기판(902)위에 소광계수가 거의 없는 유전체 물질(예컨대,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ )로 박막으로 구성되 다층으로 형성한다. 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에서는 그라스 기판(902)의 일면에는 감쇠박막(901)이 형성되어 있고, 그라스기판(902)의 타면에는 5층으로 무반사박막(903)이 형성되어 있다. 무반사박막(903)은 기판(902)으로부터  $\text{TiO}_2$  (904)층,  $\text{SiO}_2$  (905)층,  $\text{TiO}_2$  (904)층,  $\text{SiO}_2$  (905)층,  $\text{TiO}_2$  (904)층으로 되어 공기층으로 접촉되며, 무반사박막의 각 층의 두께는 기판으로부터  $\text{TiO}_2$  (904)층이 307nm,  $\text{SiO}_2$  (905)층이 104nm,  $\text{TiO}_2$  (904)층이 39nm,  $\text{SiO}_2$  (905)층이 266nm,  $\text{TiO}_2$

4)층이 151nm이다. 유전체 다층박막은 금속박막과는 달리 증착에 요구되는 에너지가 매우 크고, 박막의 균일성과 정확한 박막두께의 제어가 필요하므로 고주파 마그네트론 스퍼터(RF Magnetron Sputter)를 사용한다. 그리고 증착물질로서  $TiO_2$ 와  $SiO_2$ 를 선택한 이유는 챔버 내의 오염이 적고, 두 물질의 굴절률 비가 0.66 정도이기 때문에 적은 박막층수로 반사율의 변화를 최적화할 수 있기 때문이다. 이와 같이 제작된 감쇠 필터는 약 0.5% 이하의 낮은 반사율을 갖는다.

이와 같이 광링크와 감쇠필터가 제작된 후에 두개의 광콜리메이터 사이에 가변 감쇠필터를 삽입하여 패키징함으로써 광감쇠모듈을 완성할 수가 있다. 가변 광감쇠모듈의 패키징은 사용용도에 따라 다양한 크기로 제작될 수 있으며, 제품이 소형화될 경우 실장이 용이한 잇점이 있다. 본 발명의 실시예에서는 금속 슬더링방식으로 광콜리메이터 광링크를 구성하고, 소형의 하우징으로 제작하기 위해 모터와 감쇠필터가 위치하는 하우징 내함과, 모터구동단자와 광콜리메이터 링크 구조물이 위치하는 하우징 외함으로 구분한 후 내함과 외함을 슬더링방식으로 결합한다. 이때, 하우징의 외함과 내함은 모두 알루미늄 재질이고, 여기에 금도금하여 외부환경의 영향을 받지 않도록 되어 있다.

단계 606에서는 도 10에 도시된 바와 같은 필터고정블럭에 앞서 제작된 감쇠필터(106)를 고정한다. 그리고 필터고정블럭의 내부에는 샤프트와 결합하기 위한 홈이 형성되어 있고, 이 홈에는 감쇠필터의 미세변위를 조절하기 위해 사용되는 웜기어가 형성되어 있다. 샤프트는 도 11에 도시된 바와 같이 플레이트상에서 모터와 결합된다. 웜기어는 미세한 피치의 나사와, 나사를 따라 왕복운동을 하는 너트역할의 지지대로 구성되어 있고, 회전운동을 상하운동으로 바꾸어 주어 필터고정블럭에 고정된 감쇠필터를 이송하여 감쇠량을 조절한다.

도 11을 참조하면, 모터(224)에 연결되고 웜기어가 형성된 샤프트(227)가 회전하면, 샤프트(227)에 삽입된 필터고정블럭(225)은 웜기어(226)에 의해 축방향으로 이동하게 된다. 본 발명의 실시예에서 샤프트(227)의 길이는 약 28mm이고, 감쇠필터(106)의 길이는 약 12mm로 샤프트의 길이가 감쇠필터 길이의 2배가 넘기 때문에 감쇠필터의 모든 부분이 광콜리메이터 링크 사이를 통과하여 약 0~35 dB 까지 전 범위에 걸쳐 광 감쇠가 이루어진다.

그리고 필터고정블럭(225)과 가변 감쇠필터(106)는 그라스 본드를 이용하여 고정되는데, 필터와 광콜리메이터 링크가 약 8°기울인 각에 가까운 방향으로 놓여질 수 있도록 고정한다. 이를 위해 필터고정블럭은 도 10에 도시된 바와 같이, 감쇠필터를 삽입하기 위한 홈의 일면이 약 8°정도 기울어져 있다. 감쇠필터가 광콜리메이터 링크와 약 8°각을 기울지 못할 경우, 리플(맥동)이 발생할 수 있다.

단계 607에서는 앞서 제작된 감쇠필터 부분을 도 12에 도시된 바와 같은 하우징 내함과 조립한 후, 단계 608에서 슬더링방식으로 결합한다. 단계 609에서는 도 13에 도시된 바와 같은 하우징 외함과 하우징 내함을 조립한 후, 단계 610에서 슬더링 방식으로 결합한다. 하우징의 외함과 내함을 결합할 때, 앞서 제작된 광콜리메이터 링크 구조물을 함께 조립한 후 슬더링방식으로 결합한다.

단계 611에서는 에폭시 접착제 등과 같은 밀봉재료를 이용하여 하우징의 외함과 상부 뚜껑을 결합하여 하우징을 밀봉한다. 이때 외함의 테두리 부분에는 홈이 형성되어 있어 상부 뚜껑을 결합할 때 접착제가 테두리 외부로 흘러 넘쳐 미관상 보기 싫게 되는 것을 방지하도록 되어 있다. 즉, 도 13에 도시된 바와 같이 외함의 테두리 부분에는 홈이 형성되어 있으므로 이 홈에 에폭시 접착제를 채워넣고 상부 뚜껑을 채우면, 에폭시 접착제가 외부로 흘러 넘치는 것을 방지할 수 있다. 또한 고정블록 등을 사용하지 않고 에폭시 접착제로만 상부 뚜껑을 채울 수 있으므로 종래에 비해 외관이 깨끗한 잇점도 있다.

이와 같이 하여 완성된 광감쇠모듈(220)은 감쇠제어모듈(210)과 연결되어 사용자가 설정부(201)를 통해 설정된 설정값으로 광성유를 통과하는 광출력을 조절한다. 즉, 사용자가 PC(201)상에서 설정값을 입력한 후 송신버튼을 누르면, 설정값은 감쇠제어모듈의 마이크로 컨트롤러(215)로 전달된다. 감쇠제어모듈(210)의 탭 카플러(211)는 광감쇠모듈(220)에서 출력되는 광신호의 일부를 분기하여 광검출기(212)로 전달하고, 광검출기(212)는 광신호를 전기적인 신호로 변환한다. 증폭기(213)는 광검출기(212)가 출력하는 미세한 전류신호를 증폭하여 전압신호로 출력하고, 아날로그 디지털 변환기(214)는 증폭기(213)의 아날로그 출력을 디지털로 변환하여 측정값을 마이크로 컨트롤러(215)로 전달한다.

마이크로 컨트롤러(215)는 아날로그-디지털 변환기(214)로부터 전송된 측정값을 설정부(201)로부터 입력된 설정값과 비교하여 일치하면, 현재 상태를 유지하면서 상기 과정을 반복한다. 만일, 측정값이 설정값보다 낮으면 감쇠량을 줄이기 위해 모터 제어신호를 발생하여 모터 구동부(216)를 통해 모터(224)로 전달하고, 이에 따라 모터(224)는 적당량 샤프트를 회전시켜 감쇠필터(106)가 부착된 필터고정블럭(225)을 감쇠량이 감소되는 방향으로 이송시킨다. 이에 따라 광링크에서 감쇠량은 감소하게 되어 광출력이 증가하게 되고, 이러한 과정을 설정값과 측정값이 일치할 때까지 반복하게 된다. 반대로, 측정값이 설정값보다 높으면 감쇠량을 증가시키기 위한 과정을 수행한다. 감쇠량을 증가시키는 동작은 감쇠량을 감소시키는 동작과 반대로 이루어진다.

#### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 전압조정형 가변 광감쇠기는 설정값과 측정값이 다를 경우에 두개의 광 콜리메이터 사이에 위치한 감쇠필터를 모터를 이용하여 자동으로 이송시킴으로써 광출력을 설정값으로 유지시킬 수 있다. 특히 본 발명에 따른 가변 광감쇠기는 약 0.4 dB의 최소 감소량부터 약 35 dB의 최대 감쇠량 범위에 이르기까지 넓은 범위에 대해 선형적으로 감쇠량을 조절할 수 있고, 편광의존 손실을 약 0.05 dB 이하 및 리플 약 0.1dB 이하로 구현할 수 있으며 무반사 코팅에 의해 역반사 손실이 양호한 효과가 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

두개의 광케이블 일단에 각각 부착되어 평행광 링크를 형성하기 위한 광링크 형성수단;

상기 평행광 링크 사이에 삽입되어 상기 광케이블 사이를 통과하는 광을 감쇠시키기 위한 감쇠필터;

상기 감쇠필터를 이송하기 위한 이송수단; 및

설정값에 따라 상기 이송수단을 제어하여 상기 광케이블 사이를 통과하는 광의 감쇠량을 조절하는 감쇠량 제어수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

##### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 광링크 형성수단은 한 쌍의 광콜리메이터와, 상기 광콜리메이터를 고정하기 위한 고정 슬리브로 이루어진 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 감쇠필터는 그라스 기판위에 감쇠박막이 증착되어 있고, 상기 감쇠박막의 두께가 그라스 기판상의 위치에 따라 선형적으로 증가 혹은 감소되며, 상기 감쇠박막의 재질이 니켈, 크롬, 로듐, 파라듐, 텅스텐 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 이송수단은 스텝핑모터와, 기어가 형성되어 있고 모터에 의해 회전되는 샤프트와, 상기 샤프트와 나사 결합되어 상기 샤프트의 회전에 따라 축방향으로 이송되며 상기 감쇠필터를 고정하기 위한 필터고정블럭으로 구성된 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 필터고정블럭은 상기 감쇠필터를 고정하기 위한 홈이 형성되어 있고, 상기 홈의 일면이 소정 각도로 기울어진 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 전압조정형 가변 광감쇠기는

상기 광링크 형성수단과 상기 감쇠필터와 상기 이송수단이 내함과 외함으로 된 하우징에 내장되어 하나의 모듈로 형성되고, 상기 하우징 외함의 테두리에는 접착제를 안치시키기 위한 홈이 형성되어 상기 하우징 외함에 뚜껑을 결합할 때 접착제가 외부로 누출되는 것을 방지하도록 된 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 감쇠량 제어수단은 설정값을 입력하기 위한 설정부와, 상기 광링크형성수단에서 출력되는 광을 모니터링하기 위해 광신호를 분기하는 탭카플러와, 상기 탭카플러가 출력하는 모니터링 광신호를 전기적인 신호로 변환하기 위한 광검출기와, 상기 광검출기의 출력을 증폭하기 위한 증폭기와, 상기 증폭기의 아날로그 출력을 디지털로 변환하기 위한 아날로그-디지털 변환기와, 상기 설정부를 통해 입력된 설정값을 상기 아날로그-디지털 변환기가 출력하는 측정값과 비교하여 모터제어신호를 발생하는 제어부와, 상기 제어부의 출력에 따라 모터 구동신호를 출력하는 모터구동부로 이루어진 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 설정부는 PC인 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 9.

제7항에 있어서, 상기 제어부는 EEPROM을 내장하여 정전시 데이터를 유지할 수 있는 마이크로 컨트롤러인 것을 특징으로 하는 전압조정형 가변 광감쇠기.

### 청구항 10.

한쌍의 광콜리메이터를 정렬하는 단계;

상기 정렬된 광콜리메이터를 일체형 고정슬리브에 슬더링으로 고정하여 광링크를 생성하는 단계;

감쇠박막의 두께가 그라스 기판상의 위치에 따라 선형적으로 증가 혹은 감소하도록 무반사 박막이 코팅된 그라스 기판의 타면에 감쇠박막을 증착하는 단계;

상기 그라스 기판을 필터고정블럭에 고정하고, 하우징 내함에 조립하여 슬더링 결합하는 단계; 및

상기 하우징 내함과 광링크와 하우징 외함을 조립하여 슬더링 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 광감쇠기 제조방법.

### 청구항 11.

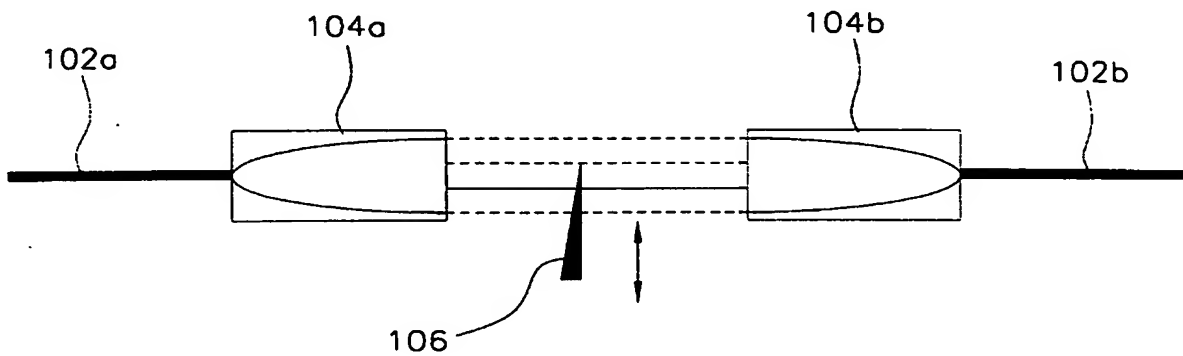
제10항에 있어서, 상기 감쇠박막을 증착하는 단계는 전자빔증착기를 이용하여 셔터를 이동시키면서 니켈을 증착하는 것을 특징으로 하는 가변 광감쇠기 제조방법.

### 청구항 12.

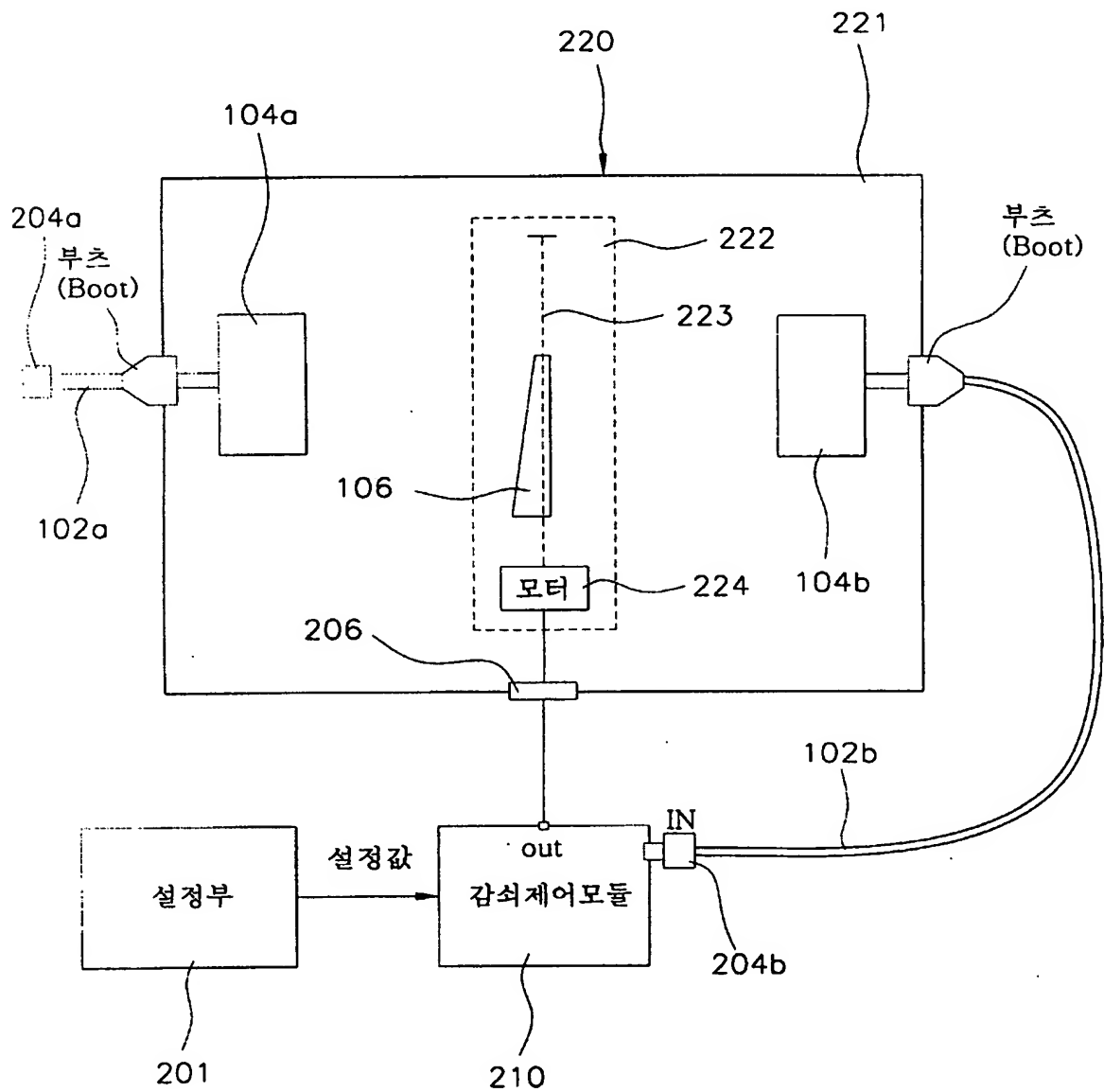
제10항에 있어서, 상기 그라스 기판을 필터고정블럭에 고정할 때, 상기 그라스 기판을 상기 광링크의 평행광에 대해 수직으로부터 약 8°정도 기울여 고정하는 것을 특징으로 하는 가변 광감쇠기 제조방법.

도면

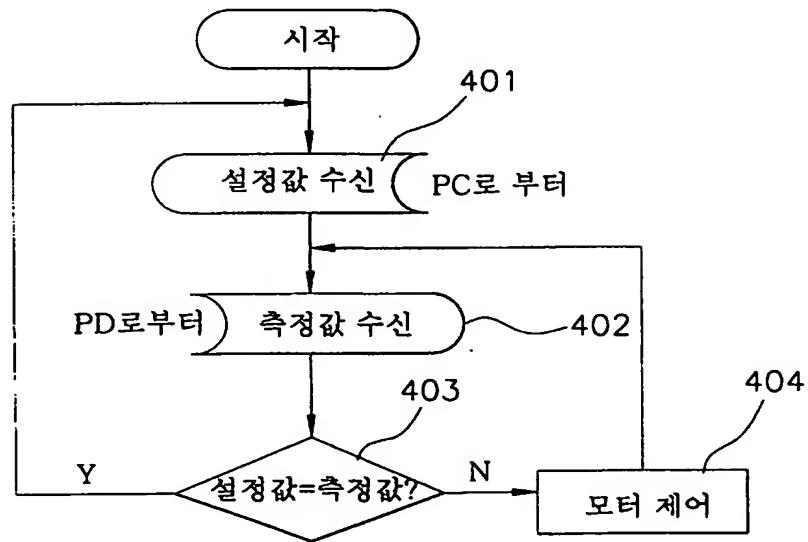
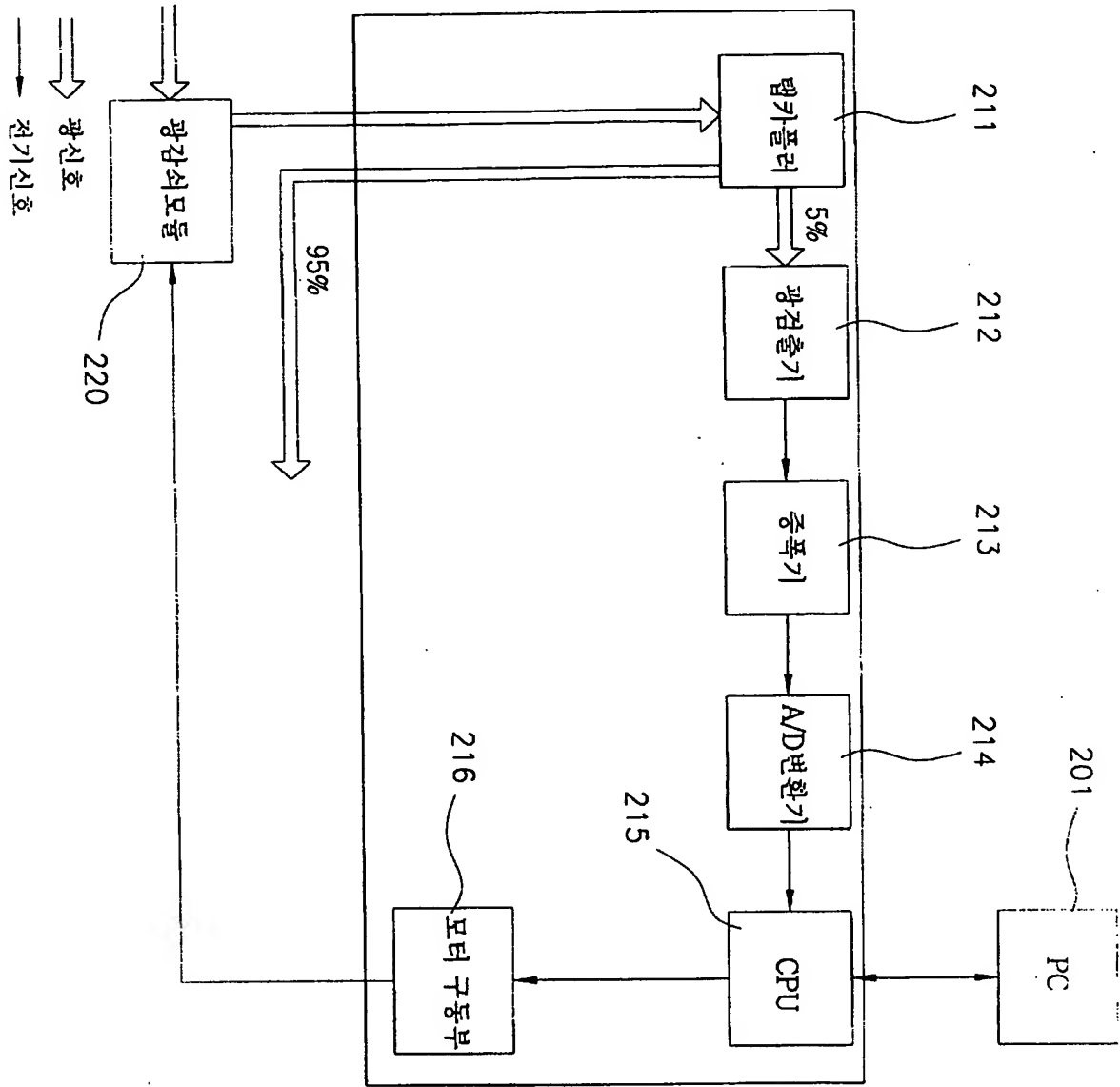
도면 1

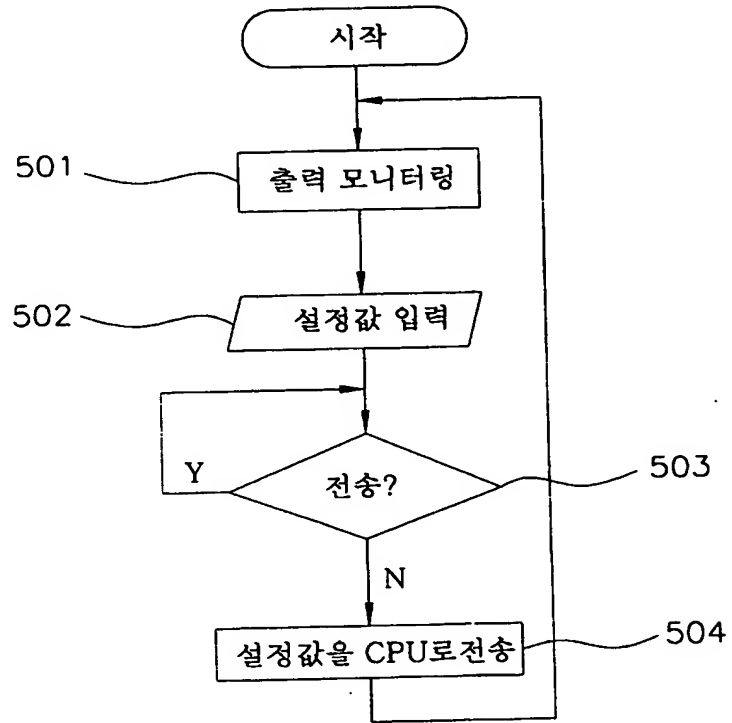


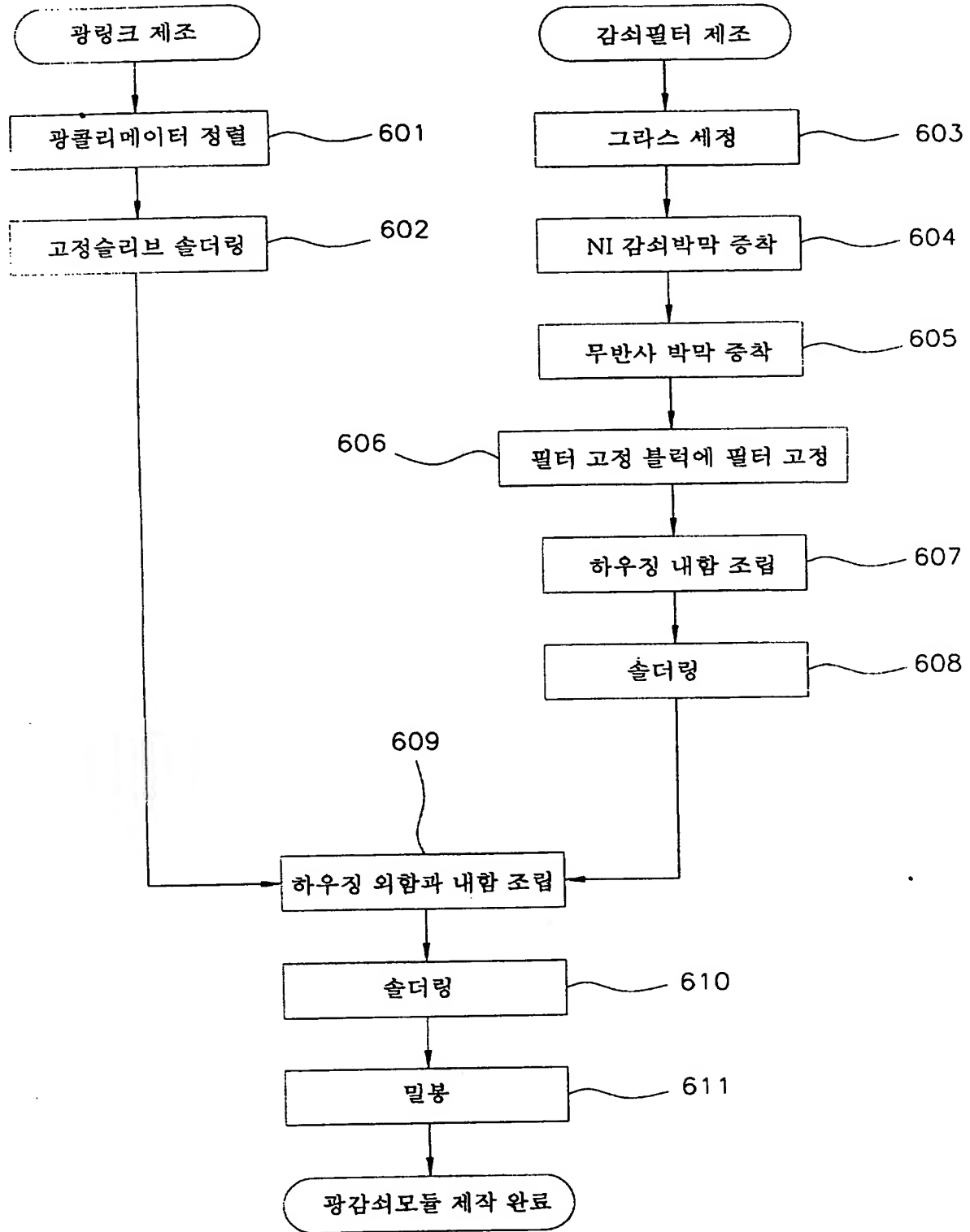
도면 2



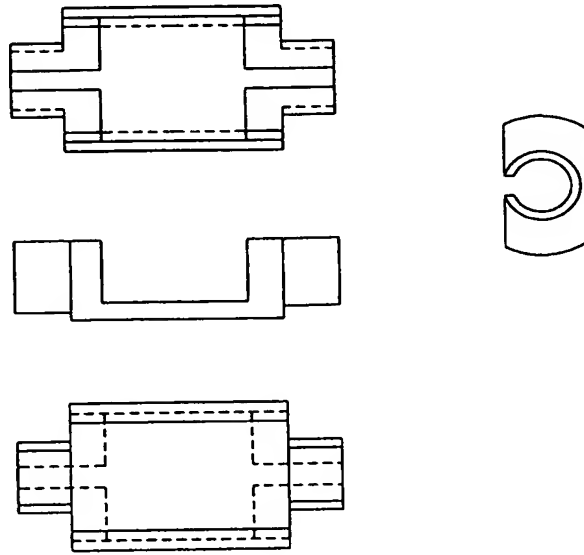




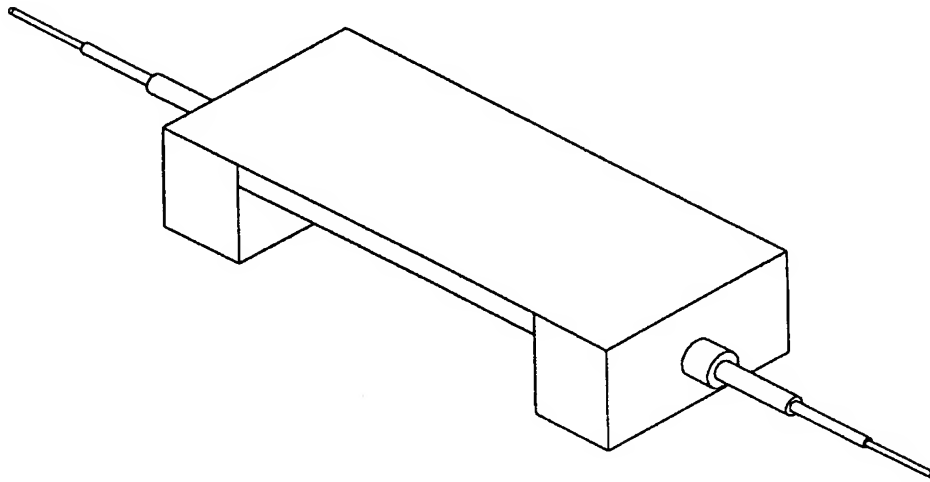




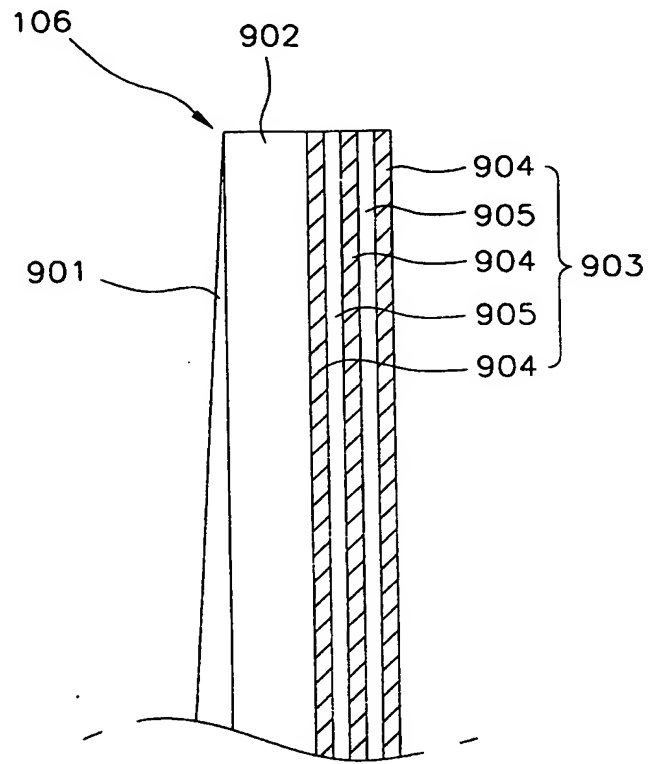
도면 7



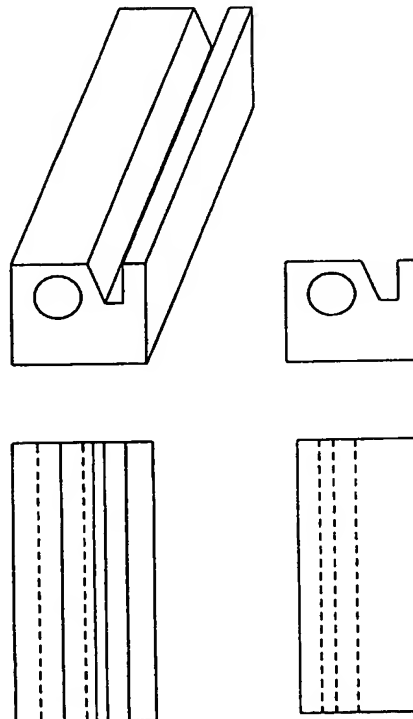
도면 8



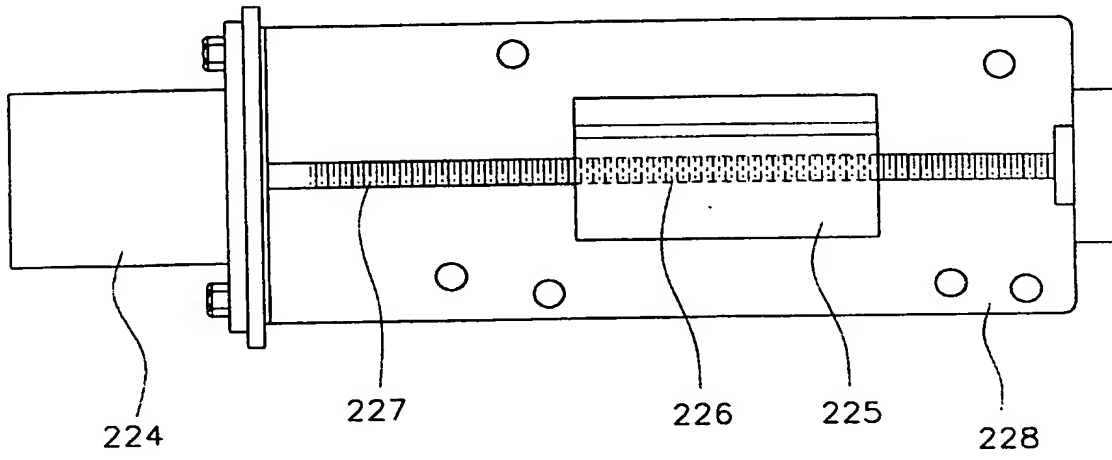
도면 9



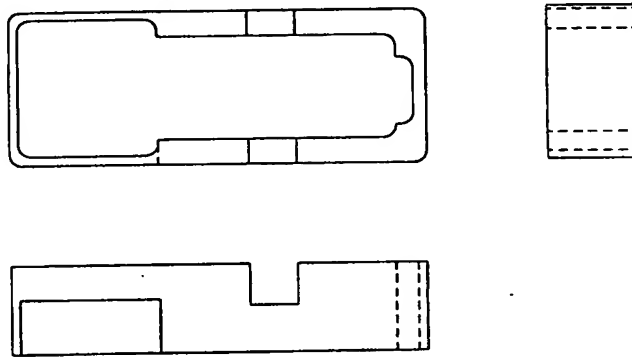
도면 10



도면 11



도면 12



도면 13

